

(11)Publication number : 08-050283  
(43)Date of publication of application : 20.02.1996

(51)Int.Cl. G02F 1/1335

(21)Application number : 07-129942 (71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD  
(22)Date of filing : 29.05.1995 (72)Inventor : OOIMA SUSUMU

(30)Priority

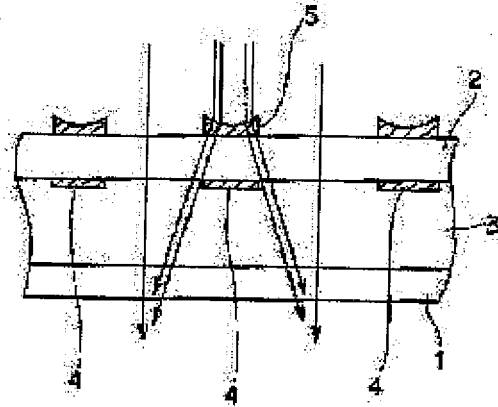
Priority number : 06119220 Priority date : 31.05.1994 Priority country : JP

#### (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

##### (57)Abstract:

PURPOSE: To make the transmissivity of light high, to improve apparent numerical aperture and to realize brighter screen display by providing an optical path changing means for increasing a projected light quantity to an aperture part by changing the optical path direction of the light made incident on a non-transmissive area.

CONSTITUTION: A liquid crystal cell part 3 is provided between a TFT substrate 1 and a counter electrode substrate 2. A black matrix part 4 is provided in the liquid crystal cell part 3. A concave lens 5 functioning as the optical path changing means is provided above the black matrix part 4. The lens 5 is formed in a line state along the black matrix part 4. The light made incident on the aperture part between the black matrix parts 4 is projected as it is through the counter electrode substrate 2, the liquid crystal cell part 3 and the TFT substrate 1. The optical path of the light made incident on the lens 5 is changed by the lens 5, and a part of the light does not reach the black matrix part 4 but is projected to the aperture part between the black matrix parts 4. Therefore, the light quantity projected to the aperture part is increased.



#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

#### CLAIMS

##### [Claim(s)]

[Claim 1]A liquid crystal display panel, wherein an optical path changing means for changing an optical path direction of light which enters into said non-transmission region in a liquid crystal display panel which has a non-transmission region which light cannot penetrate easily relatively, and increasing the amount of outgoing radiation to an opening is established.

[Claim 2]The liquid crystal display panel according to claim 1 in which said optical path changing means is provided in a field which laps with a non-transmission region by the side of light incidence of said non-transmission region.

[Claim 3]The liquid crystal display panel according to claim 1 in which said optical path changing means is established on a substrate by the side of light incidence.

[Claim 4]The liquid crystal display panel according to claim 1 in which said optical path changing means is formed in an inside of a substrate by the side of light incidence.

[Claim 5]A liquid crystal display panel given in any 1 paragraph of claims 1-4 in which said optical path changing means are optical refraction means.

[Claim 6]A liquid crystal display panel given in any 1 paragraph of claims 1-4 in which said optical path changing means are light reflection means.

[Claim 7]A liquid crystal display panel given in any 1 paragraph of claims 1-6 whose liquid crystal display panels are TFT active-matrix type liquid crystal display panels and in which said non-transmission regions are a black matrix part or a bus line.

[Claim 8]A liquid crystal display panel given in any 1 paragraph of claims 1-6 by which a liquid crystal display panel is a simple matrix type liquid crystal display panel, and said non-transmission region is formed between stripes of a transparent electrode.

[Claim 9]A liquid crystal display panel given in any 1 paragraph of claims 1-8 which said optical path changing means uses said non-transmission region as a mask, and are formed by back exposure.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a liquid crystal display panel.

It is related with the liquid crystal display panel which has non-transmission regions which light cannot penetrate easily relatively, such as especially a black matrix.

[0002]

[Description of the Prior Art]In a TFT active-matrix type liquid crystal display panel etc., the field which cannot penetrate light like a black matrix part or a bus-line part easily exists. In a simple matrix type liquid crystal display panel, the non-transmission region exists between the stripes of a transparent electrode similarly. By such existence of a non-transmission region, the light volume which may penetrate the inside of a liquid crystal display panel decreased, and there was a problem that a display screen became dark.

[0003]The purpose of this invention is to provide the liquid crystal display panel which can display a brighter screen by canceling such a conventional problem, raising the transmissivity of light, and raising the numerical aperture on appearance.

[0004]

[Means for Solving the Problem]A liquid crystal display panel of this invention is a liquid crystal display panel which has a non-transmission region which light cannot penetrate easily relatively, and is characterized by establishing an optical path changing means for changing an optical path direction of light which enters into a non-transmission region, and increasing the amount of outgoing radiation to an opening.

[0005]As for an optical path changing means, in this invention, it is preferred to be provided in a field which laps with a non-transmission region by the side of light incidence of a non-transmission region. An optical path changing means can be formed in an inside of a substrate on a substrate by the side of light incidence, or by the side of light incidence in this invention.

[0006]Especially if an optical path changing means in this invention is a means by which an optical path can be changed, it is not limited, but an optical refraction means which makes light refracted and makes an optical path change for example, and a light reflection means which makes an optical path change by reflecting light are used.

[0007]Although a formation method in particular of an optical path changing means is not limited in this invention, an optical path changing means can be formed by the back exposing method by using a non-transmission region as a mask, for example.

[0008]

[Function and Effect of the Invention]In the liquid crystal display panel according to this invention, the optical path changing means for changing the optical path direction of the light which enters into a non-transmission region, and increasing the amount of outgoing radiation to an opening is established. Therefore, the light currently conventionally

intercepted by the non-transmission region will be emitted to an opening, and can make the amount of outgoing radiation to an opening increase. Also when a liquid crystal display panel is squarely faced by providing an optical path changing means in the field which laps with the non-transmission region by the side of the light incidence of a non-transmission region, sensibility that it flickers is lost.

[0009]In this invention, an optical path changing means may be smaller in area than in a non-transmission region. Since the optical path of the light which enters into a non-transmission region can be changed and the amount of outgoing radiation to an opening can be increased if this invention is followed, the numerical aperture on appearance can be raised and a brighter screen display becomes possible.

[0010]

[Example]Drawing 1 is a sectional view showing one example according to this invention. With reference to drawing 1, the liquid crystal cell part 3 is formed between TFT substrate 1 and the counter electrode board 2. The black matrix part 4 is formed in the liquid crystal cell part 3. In this example, the concave lens 5 as an optical path changing means is formed above such a black matrix part 4. This concave lens 5 is formed in line form along with the black matrix part 4. The concave lens 5 is formed from the same material or high refraction material as a substrate.

For example, it is formed from materials, such as  $\text{SiO}_2$  which doped P, K, or Ti,  $\text{TiO}_2$ , or  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ .

[0011]As shown in drawing 1, the light which entered into the opening between the black matrix parts 4 is emitted through the counter electrode board 2, the liquid crystal cell part 3, and TFT substrate 1 as it is. The optical path is changed with the concave lens 5, and a part of the lights do not result in the black matrix part 4, but the light which entered into the concave lens 5 is emitted to the opening between the black matrix parts 4, as shown in drawing 1. Therefore, the light volume emitted to an opening increases.

[0012]Drawing 10 is a sectional view for describing the example shown in drawing 1 still in detail. If the width of 1 mm and the black matrix part 4 shall be 20 micrometers and the refractive index of 100 micrometers and the concave lens 5 is set to 1.5 [almost equal to the glass substrate 2] for picture element pitch b, thickness d of the counter electrode board 2 which consists of glass substrates with reference to drawing 10, As for the width W of the concave lens 5, it is preferred to make it mostly in agreement with the width of the black matrix part 4, and its about 15-30 micrometers are preferred in this case.

[0013]If the focal distance of the concave lens 5 is set to A, as the optical path A shows drawing 10, light will be refracted, and an optical path will be changed in the range of  $C_2$ . If [shorten a focal distance and] B, as the optical path B shows to drawing 10, an optical path will be changed by larger range  $C_1$ .

[0014]On the conditions of the above-mentioned size shape, the range of a focal distance of -250--125micrometer is preferred. If a focal distance is set to -250micrometer, the curvature radius of the concave lens 5 will be set to about 80 micrometers. If a focal distance is set to -125micrometer, the curvature radius of the concave lens 5 will be set to about 41 micrometers.

[0015]The light volume emitted from the opening at the time of setting a focal distance to -125micrometer on condition of the above-mentioned size shape increased 28% as compared with the case where the concave lens 5 is not formed. In the above-mentioned example, although construction material of the concave lens is used as glass (refractive index 1.5), when a refractive index forms the concave lens 5 from the material of 1.8, for example, the curvature radius of a concave lens can be enlarged with 110 micrometers by focal distance-250micrometer. As a material of the refractive index 1.8, a Ti content is mentioned for  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  glass, etc. of 30 atom %, for example.

[0016]Drawing 2 is a sectional view showing other examples according to this invention. In this example, the light reflection member 6 of the trianglepole shape as an optical path changing means is formed on the counter electrode board 2. This light reflection member 6 can be formed from  $\text{SiO}_2$ , the same glass material as the counter electrode board 2, or the material that has a high refractive index which is used for the concave lens 5 of the example shown in drawing 1. Reflection films, such as a metal membrane, may be made to form in the surface. This light reflection member 6 is also formed in line form along with the black matrix part 4.

[0017]As shown in drawing 2, an optical path is changed here and the light which struck upon the inclined plane of the light reflection member 6 is emitted to the opening between the black matrix parts 4, without resulting in the black matrix part 4. Therefore, the light volume emitted to an opening can be made to increase.

[0018]Drawing 11 is an expanded sectional view for describing the example shown in drawing 2 still in detail. When the width a of 0.3 mm and the black matrix part 4 is 20 micrometers and picture element pitch b is 100 micrometers thickness d of the counter electrode board 2 with reference to drawing 11, a 20-micrometer thing is formed from the same glass material as the substrate 2 as 60 micrometers and the width W, for example as height [of the light reflection member 6] h. The rate of increase of the light volume in this case will be about 10%.

[0019]Furthermore drawing 3 follows this invention, it is a sectional view showing other examples. In this example, the concave lens 7 as an optical path changing means is formed in the counter electrode board 2. In this example, the thing of the same size shape as the example of the concave lens shown, for example in drawing 1 and drawing 10 can be formed. When the refractive index of a substrate is set to 1.5, the refractive index of the concave lens 7 is set to 1.8 and the curvature radius of the concave lens 7 is about 50 micrometers, the focal distance is set to about 250 micrometers.

[0020]Furthermore drawing 4 follows this invention, it is a sectional view showing other examples. At this example, it is formed in the counter electrode board 2 with the gestalt with which the light reflection member 8 was embedded.

As shown in drawing 3 and drawing 4, the optical path changing means may be formed in the substrate by the side of light incidence at this invention.

[0021]Drawing 12 is an expanded sectional view for describing the example shown in drawing 4 still in detail. With reference to drawing 12, as size shape of the light reflection member 8 embedded in the counter electrode board 2, height  $h$  shall be 60 micrometers and the width  $W$  shall be 12 micrometers. Thickness  $d$  of the substrate 2 shall be 0.3 mm, the width  $a$  of the black matrix part 4 shall be 20 micrometers, and picture element pitch  $b$  shall be 100 micrometers. The light reflection member 8 is formed from  $MgF_2$  (refractive index 1.382), and let construction material of the substrate 2 be glass (refractive index 1.5). On this condition, reflection on the wall surface of the light reflection member 8 can be made into total internal reflection. On condition of above, the rate of increase of the light volume emitted to an opening will be about 13.4%.

[0022]The light reflection member 8 embedded in the counter electrode board 2 as shown in drawing 12, The concave lens 8 is first formed on the glass substrate which has the surface as shown in drawing 12 by a dotted line, and by applying  $SiO_2$  after that, the concave lens 8 can be embedded and it can form as an embedded structure as shown in drawing 12.

[0023]Reflection on the wall surface of the light reflection member 8 can be similarly made into total internal reflection by making into  $TiO_2$  material applied in order to form the light reflection member 8 from  $SiO_2$  and to embed this.

[0024]Drawing 5 is a sectional view showing the example of the process of forming the concave lens formed in the inside of the substrate shown in drawing 3. As shown in drawing 5, the resist films 10 and 11 are formed on the counter electrode board 2. This resist film 10 is formed so that central thickness may become thick and the thickness of a peripheral part may become thin. From on such a resist film 10, ion, such as Ti and Sb, is poured in and the concave lens 7 is formed in the substrate 2 by forming the field where a refractive index is high in the substrate 2.

[0025]Drawing 9 is a sectional view showing other examples of the process of forming the concave lens formed in the inside of the substrate shown in drawing 3. With reference to drawing 9 (a), the  $SiO_2$  layer 40 is formed on the counter electrode board 2 which consists of glass etc., and the resist film 41 is formed on this  $SiO_2$  layer 40. Next, resist films other than the upper part of the portion which forms a concave lens with the photolithographic method are removed, and as shown in drawing 9 (b), it leaves the resist film 41a. Next, the  $SiO_2$  layer 40 is etched by isotropic etching. By the side-edges effect, the convex  $SiO_2$  film 40a as shown in drawing 9 (c) is left behind on the counter electrode board 2. Next, by carrying out an ion implantation the same with having explained with reference to drawing 5, as shown in drawing 9 (d), the concave lens 7 is formed in the substrate 2. Although the convex  $SiO_2$  film 40a is formed by the side-edges effect in this example, After etching the  $SiO_2$  layer 40 by doping P beforehand in the  $SiO_2$  layer 40, the ion implantation of the convex  $SiO_2$  film 40a may be formed and carried out by carrying out a reflow (annealing) to about 900 \*\*.

[0026]Drawing 6 is a sectional view showing the example of the manufacturing process which forms the concave lens as an optical path changing means as shown in drawing 1 on a substrate. With reference to drawing 6 (a), the high refraction material layer 20 which consists of high refraction materials is formed on the counter electrode board 2. The resist film 21 is formed on this high refraction material layer 20, and the resist film of the portion which forms a concave lens is removed with the photolithographic method. Thus, after patterning the resist film 21, the portion which the high refraction material layer 20 has exposed is etched, and as shown in drawing 6 (a), the concave surface 20a is formed.

[0027]Next, with reference to drawing 6 (b), a resist film is removed and the high refraction material layer 20 with the concave surface 20a is formed. To the high refraction material layer 20, since the concave surface 20a is formed above the black matrix part 4, it is usable as an optical path changing means also with the state which shows in drawing 6 (b).

[0028]With reference to drawing 6 (c), by this example, the high refraction material layer 20 of the portion except the concave surface 20a being formed is further removed with the photolithographic method, and the concave lens 5 is formed. Here, in order to prevent side etching, anisotropic etching was adopted and portions other than concave lens 5 are removed.

[0029]Drawing 7 is a sectional view showing an example of the manufacturing process which forms a light reflection member as shown in drawing 2. With reference to drawing 7 (a), the high refraction material layer 20 is formed on the counter electrode board 2 like the manufacturing process shown in drawing 6. the thickness of this high refraction material layer 20 is formed so that it may become that thickness by a minute half [ about ], for example from several times of the width  $t$  of the black matrix part 4. The resist film 21 is formed on the high refraction material layer 20. Next, the resist film 21 is exposed by back exposure by using the black matrix part 4 as a mask. Thereby, as shown in drawing 7 (b), only the upper portion of the black matrix part 4 remains as the resist film 21. The resist film 21 may be patterned with other masks, without using the back exposing method.

[0030]Next, as shown in drawing 7 (c), the resist film 21 is etched for the high refraction material layer 20 as a mask. Under the present circumstances, over etching of the neighborhood of the resist film 21 is carried out by adopting isotropic etching. For this reason, it is formed in shape with the inclined plane of trianglepole shape as shown in drawing 7 (c). The light reflection member 6 is formed of this.

[0031]Furthermore drawing 8 follows this invention, it is a sectional view showing an example of the manufacturing

process of other examples. With reference to drawing 8 (a), a resist film is formed on the counter electrode board 2, the upper portion of the black matrix part 4 is removed, and the resist film 31 is formed so that it may remain only above an opening.

[0032]Next, the resist film 31 is used as a mask and etched, and as shown in drawing 8 (b), a section forms the slot 2a which is triangular shape above the black matrix part 4 of the counter electrode board 2. This slot 2a is formed in line form which meets the black matrix part 4. An optical path changing means is formed this slot 2a or by embedding the material 32 which has a low refractive index in this slot 2a.

[0033]Drawing 13 is a sectional view for describing the example shown in drawing 8 (b) still in detail. With reference to drawing 13, a section sets width W of the triangular shape 2a, i.e., a V character-like slot, to 20 micrometers, makes the angle-of-gradient  $\theta_1$  45 degrees, and is setting tooth depth h to 10 micrometers. The width a of the black matrix part 4 shall be 20 micrometers, and picture element pitch b is 100 micrometers. As for thickness d of the counter electrode board 2, when it changes into the state where other materials are not embedded in the slot 2a, but air (refractive index 1.0) exists in such size shape and the counter electrode board 2 is formed from glass (refractive index 1.5), it is preferred that it is 570 micrometers or less. This is because an optical path will be covered by the next black matrix part 4 if  $\theta_2$  will be 28 degrees and thickness d of the substrate 2 becomes the thickness beyond this.

[0034]As mentioned above, the material which has a low refractive index may also be embedded in the slot 2a. As such a material,  $MgF_2$  (refractive index 1.382), LiF (refractive index 1.35), etc. are mentioned. When the slot 2a is embedded by  $MgF_2$ ,  $\theta_2$  will be 38.8 degrees and it becomes possible to thicken thickness d of the glass substrate 2 to a thickness of 736 micrometers.

[0035]Drawing 14 is a top view showing the picture element part of the liquid crystal display panel of this invention. In drawing 14, one of the pixels is expanded and shown and the picture element electrode 60 is formed in the viewing area of a pixel. On the substrate, the gate bus line 56 and the drain bus line 59 which intersects perpendicularly with this are arranged at matrix form. TFT61 for driving this is formed near each pixel. It is electrically connected with the drain bus line 59 with the drain electrode 62.

It is electrically connected with the picture element electrode 60 with the source electrode 63.

[0036]Drawing 15 and drawing 16 are sectional views which meet the X-X'line and Y-Y'line which are shown in drawing 14. With reference to drawing 15, the liquid crystal 55 is held between the substrate 51 and the substrate 52, and the black matrix part 53 is formed inside the substrate 52 as a counter electrode board. The V character-like slot 52a as an optical path changing means in this invention is formed in the outer surface of the upper substrate 52 of this black matrix part 53 as a slot on the stripe shape along with the black matrix part 53. Inside the substrate 52, the counterelectrode 54 is formed so that the substrate 52 and the black matrix part 53 may be covered.

[0037]On the substrate 51, the gate dielectric film 55, the gate bus line 56, and the interlayer insulation film 57 are laminated one by one. Although it is a section of the direction which intersects perpendicularly with the section which shows drawing 15 drawing 16 with reference to drawing 16, the black matrix part 53 is formed also in this section. And the V character-like slot 52a is similarly formed above this black matrix part 53 along with the black matrix part 53 at stripe shape on the surface of the substrate 52. Therefore, the V character-like slot 52a is formed in the direction which intersects perpendicularly mutually on the glass substrate 52, and, as a result, many slots are formed in the shape of a lattice on the substrate 52.

[0038]On the substrate 51, the active layer which consists of polysilicon etc. which have the drain area 58a, the channel regions 58b, and the source region 58c is formed. The gate dielectric film 55 and the gate electrode 56 are formed on these, and the interlayer insulation film 57 and the drain bus line 59 are further formed on it. The drain bus line 59 and the drain area 58a are electrically connected in the portion of the drain electrode 62.

[0039]In the TFT active-matrix type liquid crystal display panel constituted as mentioned above, Since the light conventionally covered by the black matrix part 53 changes the optical path and is emitted from an opening by existence of the slot 52a as an optical path changing means, the amount of emitted light can be made to increase conventionally.

[0040]Although the TFT active-matrix type liquid crystal display panel was made into the example and explained in the above-mentioned example, this invention may be applied also to other liquid crystal display panels. It may be applied also to non-transmission regions other than a black matrix part.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view showing one example according to this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing other examples according to this invention.

[Drawing 3] The sectional view showing other examples furthermore it follows this invention.

[Drawing 4] The sectional view showing other examples furthermore it follows this invention.

[Drawing 5] The sectional view showing an example of a process which manufactures the example shown in drawing 3.

[Drawing 6] The sectional view showing an example of a process which manufactures the example shown in drawing 1.

[Drawing 7] The sectional view showing an example of a process which manufactures the example shown in drawing 2.

[Drawing 8] The sectional view showing other examples furthermore it follows this invention.

[Drawing 9] The sectional view showing other examples for the process of manufacturing the example shown in drawing 3.

[Drawing 10] The expanded sectional view for describing the example shown in drawing 1 still in detail.

[Drawing 11] The expanded sectional view for describing the example shown in drawing 2 still in detail.

[Drawing 12] The expanded sectional view for describing the example shown in drawing 4 still in detail.

[Drawing 13] The expanded sectional view for describing the example shown in drawing 8 (b) still in detail.

[Drawing 14] The enlarged plan view showing the picture element part of the liquid crystal display panel according to this invention.

[Drawing 15] The sectional view which meets the X-X' line shown in drawing 14.

[Drawing 16] The sectional view which meets the Y-Y' line shown in drawing 14.

### [Description of Notations]

- 1 — TFT substrate
- 2 — Counter electrode board
- 3 — Liquid crystal cell part
- 4 — Black matrix part
- 5 — Concave lens
- 6 — Reflecting member
- 7 — Concave lens
- 8 — Reflecting member

[Translation done.]

### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

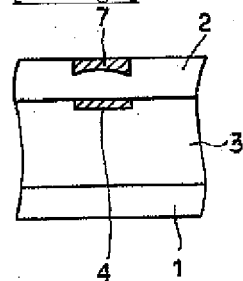
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

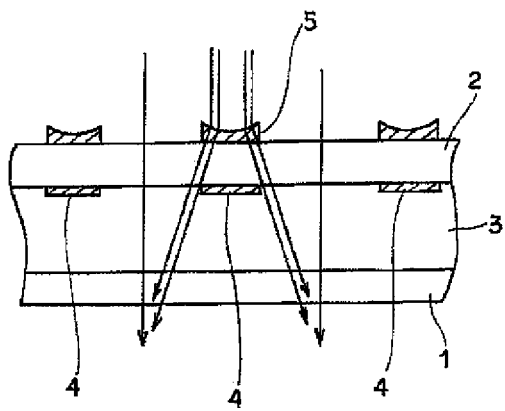
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

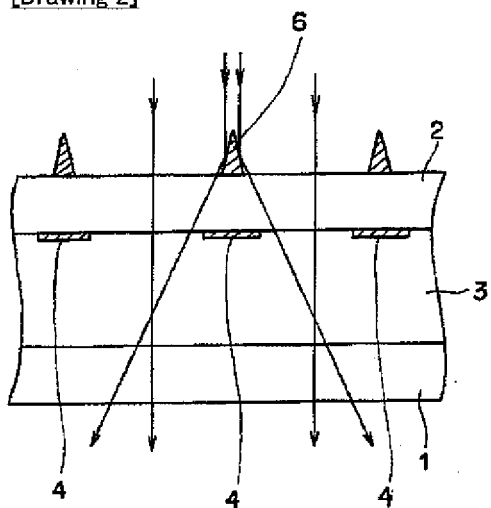
[Drawing 3]



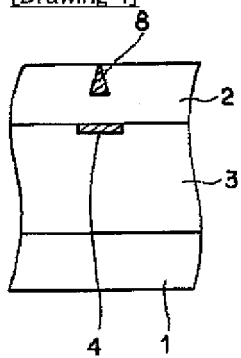
[Drawing 1]



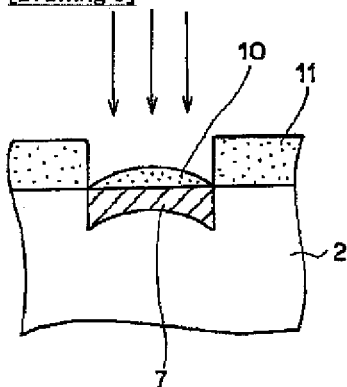
[Drawing 2]



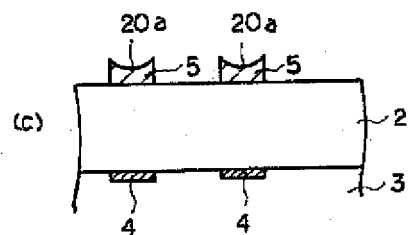
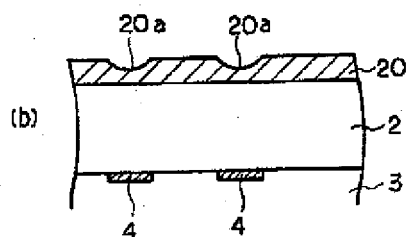
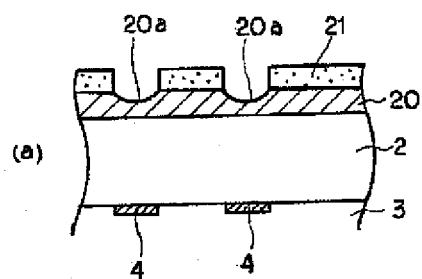
[Drawing 4]



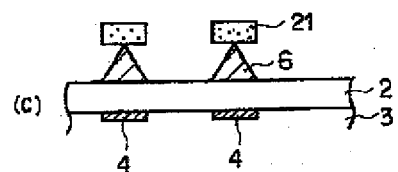
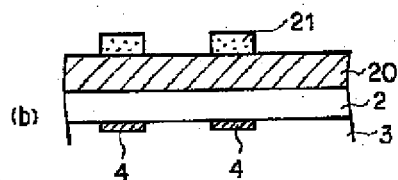
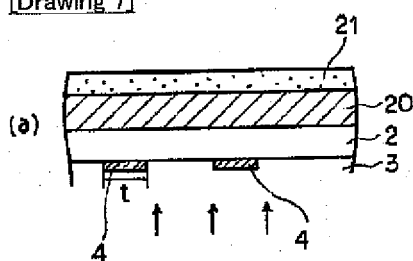
[Drawing 5]



[Drawing 6]

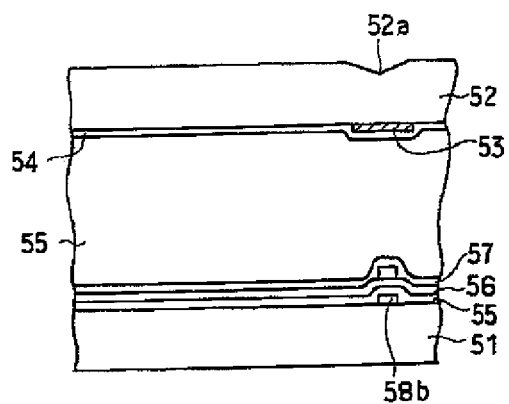


[Drawing 7]

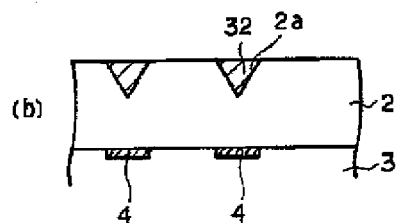
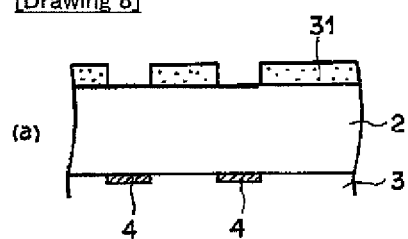


[Drawing 15]

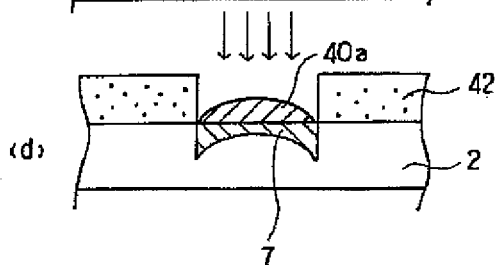
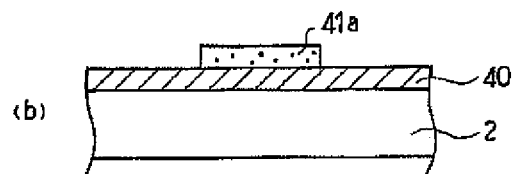
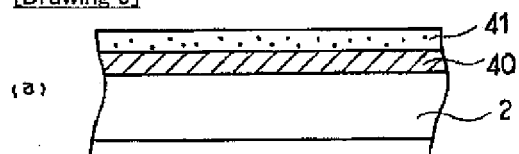




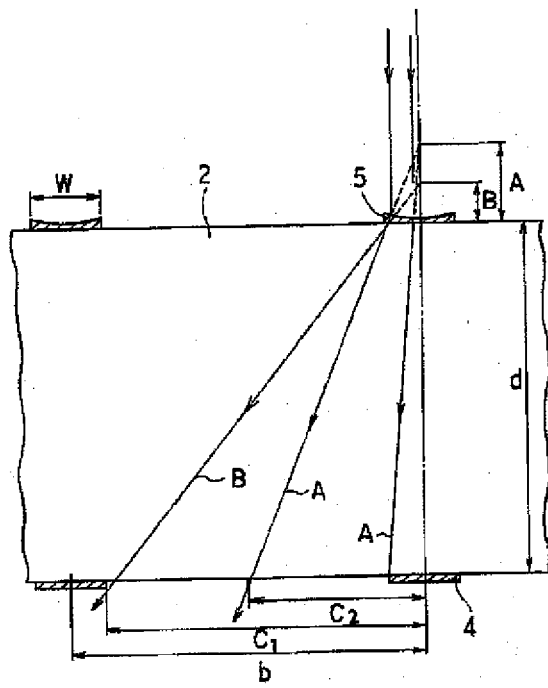
[Drawing 8]



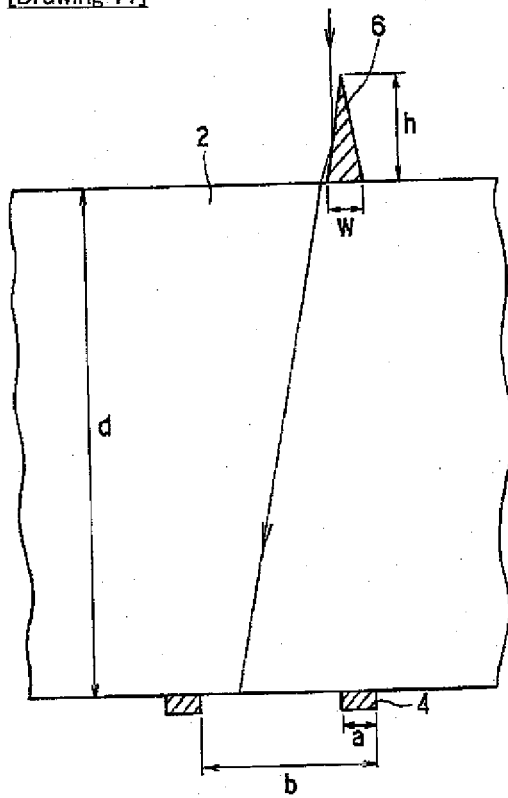
[Drawing 9]



[Drawing 10]

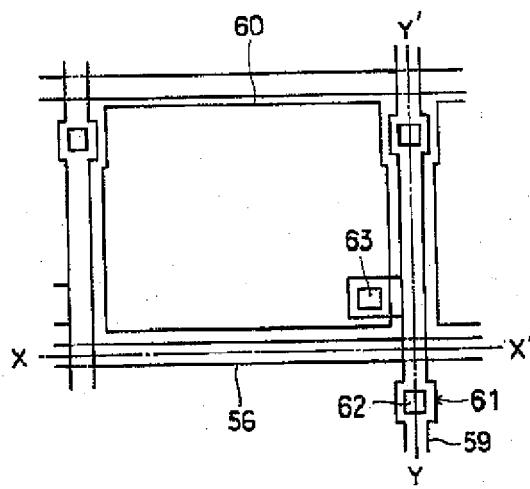


[Drawing 11]

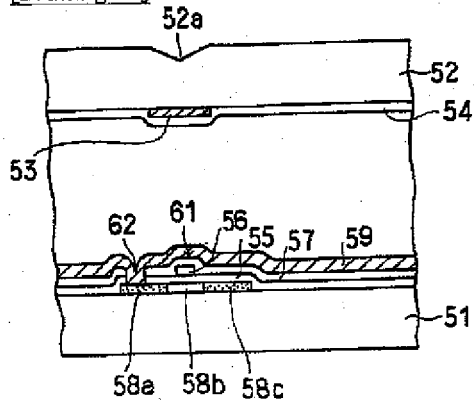


[Drawing 12]





[Drawing 16]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-50283

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-129942

(22) 出願日 平成7年(1995)5月29日

(31) 優先権主張番号 特願平6-119220

(32) 優先日 平6(1994)5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 大今 進

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

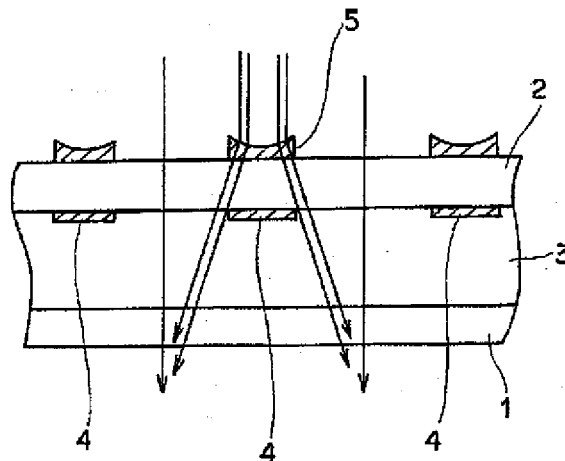
(74) 代理人 弁理士 目次 誠 (外1名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示パネル

(57) 【要約】

【目的】 光の透過率を高め、見かけ上の開口率を向上させることによって、より明るい画面表示を可能にする。

【構成】 相対的に光が透過しにくいブラックマトリックス部4などの不透過領域に入射する光の光路方向を変えて開口部への出射量を増加するための光路変更手段としての凹レンズ5が設けられていることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 相対的に光が透過しにくい不透過領域を有する液晶表示パネルにおいて、前記不透過領域に入射する光の光路方向を変えて開口部への出射量を増加するための光路変更手段が設けられていることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項2】 前記光路変更手段が前記不透過領域の光入射側の不透過領域と重なる領域に設けられている請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項3】 前記光路変更手段が光入射側の基板の上に設けられている請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項4】 前記光路変更手段が光入射側の基板内部に形成されている請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項5】 前記光路変更手段が光屈折手段である請求項1～4のいずれか1項に記載の液晶表示パネル。

【請求項6】 前記光路変更手段が光反射手段である請求項1～4のいずれか1項に記載の液晶表示パネル。

【請求項7】 液晶表示パネルがTFTアクティブマトリックス型の液晶表示パネルであり、前記不透過領域がブラックマトリックス部またはバスラインである請求項1～6のいずれか1項に記載の液晶表示パネル。

【請求項8】 液晶表示パネルが単純マトリックス型の液晶表示パネルであり、前記不透過領域が透明電極のストライプの間に形成されている請求項1～6のいずれか1項に記載の液晶表示パネル。

【請求項9】 前記光路変更手段が、前記不透過領域をマスクとして背面露光により形成される請求項1～8のいずれか1項に記載の液晶表示パネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶表示パネルに関するものであり、特にブラックマトリックスなどのような相対的に光が透過しにくい不透過領域を有する液晶表示パネルに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】TFTアクティブマトリックス型の液晶表示パネルなどにおいては、ブラックマトリックス部やバスライン部のような光を透過しにくい領域が存在している。また、単純マトリックス型の液晶表示パネルにおいても、同様に透明電極のストライプ間に不透過領域が存在している。このような不透過領域の存在により、液晶表示パネル内を透過し得る光量が少なくなり、表示画面が暗くなるという問題があった。

【0003】本発明の目的は、このような従来の問題点を解消し、光の透過率を高め、見かけ上の開口率を向上させることによって、より明るい画面を表示することができる液晶表示パネルを提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示パネル

は、相対的に光が透過しにくい不透過領域を有する液晶表示パネルであり、不透過領域に入射する光の光路方向を変えて開口部への出射量を増加するための光路変更手段が設けられていることを特徴としている。

【0005】本発明において、光路変更手段は、不透過領域の光入射側の不透過領域と重なる領域に設けられていることが好ましい。また、本発明において、光路変更手段は、光入射側の基板の上、あるいは光入射側の基板内部に形成することができる。

【0006】本発明における光路変更手段は、光路を変更し得る手段であれば特に限定されるものではないが、例えば、光を屈折させ光路を変更させる光屈折手段や、光を反射させることによって光路を変更させる光反射手段が用いられる。

【0007】また、本発明において光路変更手段の形成方法は特に限定されるものではないが、例えば、不透過領域をマスクとして背面露光法により光路変更手段を形成することができる。

## 【0008】

【発明の作用効果】本発明に従う液晶表示パネルにおいては、不透過領域に入射する光の光路方向を変えて開口部への出射量を増加するための光路変更手段が設けられている。従って、従来不透過領域によって遮断されていた光が、開口部へ出射されることとなり、開口部への出射量を増加させることができる。また、光路変更手段を不透過領域の光入射側の不透過領域と重なる領域に設けることにより、液晶表示パネルを直視した場合にも、チカチカする感じがなくなる。

【0009】本発明において、光路変更手段は、不透過領域よりも面積的に小さなものであってもよい。本発明に従えば、不透過領域に入射する光の光路を変更し、開口部への出射量を増加することができるので、見かけ上の開口率を向上させることができ、より明るい画面表示が可能となる。

## 【0010】

【実施例】図1は、本発明に従う一実施例を示す断面図である。図1を参照して、TFT基板1と対極基板2との間に液晶セル部3が設けられている。液晶セル部3内には、ブラックマトリックス部4が形成されている。本実施例では、このようなブラックマトリックス部4の上方に光路変更手段としての凹レンズ5が設けられている。この凹レンズ5は、ブラックマトリックス部4に沿ってライン状に形成されている。凹レンズ5は、基板と同様の材料または高屈折材料から形成されており、例えば、P、K、またはTiなどをドーブしたSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、あるいはSiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>などの材料から形成されている。

【0011】図1に示されるように、ブラックマトリックス部4間の開口部に入射した光はそのまま対極基板2、液晶セル部3、TFT基板1を通り出射される。凹

レンズ5に入射した光は、図1に示されるように、凹レンズ5によりその光路が変更され、その一部の光がブラックマトリックス部4に至らず、ブラックマトリックス部4間の開口部に出射される。従って、開口部に出射される光量が増加する。

【0012】図10は、図1に示す実施例をさらに詳細に説明するための断面図である。図10を参照して、ガラス基板からなる対極基板2の厚み $d$ を1mm、ブラックマトリックス部4の幅を20 $\mu\text{m}$ 、画素ピッチ $b$ を100 $\mu\text{m}$ 、凹レンズ5の屈折率をガラス基板2とほぼ等しい1.5とすると、凹レンズ5の幅 $W$ は、ブラックマトリックス部4の幅とほぼ一致させるのが好ましく、この場合15~30 $\mu\text{m}$ 程度が好ましい。

【0013】凹レンズ5の焦点距離を $A$ とすると、図10において光路 $A$ で示すように光が屈折し、 $C_1$ の範囲で光路が変更される。また焦点距離を短くして $B$ とすると、図10に光路 $B$ で示すように、より広い範囲 $C_2$ で光路が変更される。

【0014】上記寸法形状の条件においては、焦点距離は-250~-125 $\mu\text{m}$ の範囲が好ましい。焦点距離を-250 $\mu\text{m}$ とすると、凹レンズ5の曲率半径は約80 $\mu\text{m}$ となる。また焦点距離を-125 $\mu\text{m}$ とすると、凹レンズ5の曲率半径は約41 $\mu\text{m}$ となる。

【0015】上記寸法形状の条件で焦点距離を-125 $\mu\text{m}$ とした場合の開口部から出射される光量は、凹レンズ5を設けない場合に比較して28%増加した。上記の実施例では、凹レンズの材質をガラス（屈折率1.5）としているが、例えば屈折率が1.8の材料から凹レンズ5を形成した場合、焦点距離-250 $\mu\text{m}$ で、凹レンズの曲率半径は110 $\mu\text{m}$ と大きくすることができる。屈折率1.8の材料としては、例えばTi含有量が30原子%の $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$ 、ガラスなどが挙げられる。

【0016】図2は、本発明に従う他の実施例を示す断面図である。本実施例においては、対極基板2の上に光路変更手段としての三角柱状の光反射部材6が設けられている。この光反射部材6は、 $\text{SiO}_2$ あるいは対極基板2と同様のガラス材料、または図1に示す実施例の凹レンズ5に用いるような高い屈折率を有する材料から形成することができる。また、表面に金属膜などの反射膜を形成させてもよい。この光反射部材6も、ブラックマトリックス部4に沿ってライン状に形成されているものである。

【0017】図2に示されるように、光反射部材6の傾斜面に当たった光は、ここで光路が変更され、ブラックマトリックス部4に至らずに、ブラックマトリックス部4間の開口部に出射する。従って、開口部に出射する光量を増加させることができる。

【0018】図11は、図2に示す実施例をさらに詳細に説明するための拡大断面図である。図11を参照して、対極基板2の厚み $d$ を0.3mm、ブラックマトリ

ックス部4の幅 $a$ を20 $\mu\text{m}$ 、画素ピッチ $b$ を100 $\mu\text{m}$ とした場合に、例えば光反射部材6の高さ $h$ として60 $\mu\text{m}$ 、幅 $W$ として20 $\mu\text{m}$ のものを、基板2と同じガラス材料から形成する。この場合の光量の増加率は約10%程度となる。

【0019】図3は、本発明に従うさらに他の実施例を示す断面図である。本実施例では、対極基板2内に光路変更手段としての凹レンズ7が形成されている。本実施例においては、例えば図1及び図10に示す凹レンズの実施例と同様の寸法形状のものを形成することができる。基板の屈折率を1.5とし凹レンズ7の屈折率を1.8として凹レンズ7の曲率半径を約50 $\mu\text{m}$ とした場合、その焦点距離は約250 $\mu\text{m}$ となる。

【0020】図4は、本発明に従うさらに他の実施例を示す断面図である。本実施例では、対極基板2内に光反射部材8が埋め込まれた形態で形成されている。図3及び図4に示すように、本発明に光路変更手段は、光入射側の基板内に形成されていてもよい。

【0021】図12は、図4に示す実施例をさらに詳細に説明するための拡大断面図である。図12を参照して、対極基板2内に埋め込まれる光反射部材8の寸法形状として、高さ $h$ を60 $\mu\text{m}$ とし、幅 $W$ を12 $\mu\text{m}$ とする。また、基板2の厚み $d$ を0.3mmとし、ブラックマトリックス部4の幅 $a$ を20 $\mu\text{m}$ とし、画素ピッチ $b$ を100 $\mu\text{m}$ とする。また光反射部材8を $\text{MgF}_2$ （屈折率1.382）から形成し、基板2の材質をガラス（屈折率1.5）とする。この条件で、光反射部材8の壁面での反射を全反射とすることができる。以上の条件で、開口部に出射される光量の増加率は約13.4%となる。

【0022】なお、図12に示すような対極基板2内に埋め込まれた光反射部材8は、図12に点線で示すような表面を有するガラス基板の上に凹レンズ8をまず形成し、その後 $\text{SiO}_2$ を塗布することにより凹レンズ8を埋め込み、図12に示すような埋め込み構造として形成することができる。

【0023】また光反射部材8を $\text{SiO}_2$ から形成し、これを埋め込むため塗布する材料を $\text{TiO}_2$ とすることによっても、同様に光反射部材8の壁面での反射を全反射にすることができる。

【0024】図5は、図3に示す基板内部に形成される凹レンズを形成する工程の例を示す断面図である。図5に示すように、対極基板2の上にレジスト膜10及び11を形成する。このレジスト膜10は、中央の厚みが厚く周辺部分の厚みが薄くなるように形成されている。このようなレジスト膜10の上から、TiやSbなどのイオンを注入し、屈折率の高い領域を基板2内に形成することによって、凹レンズ7を基板2内に形成する。

【0025】図9は、図3に示す基板内部に形成される凹レンズを形成する工程の他の例を示す断面図である。

図9(a)を参照して、ガラスなどからなる対極基板2の上に $\text{SiO}_2$ 層40を形成し、この $\text{SiO}_2$ 層40の上にレジスト膜41を形成する。次に、フォトリソグラフィ法により凹レンズを形成する部分の上方以外のレジスト膜を除去し、図9(b)に示すように、レジスト膜41aを残す。次に、等方性エッチングにより、 $\text{SiO}_2$ 層40をエッチングする。サイドエッジ効果により、図9(c)に示すような凸状の $\text{SiO}_2$ 膜40aが対極基板2の上に残される。次に、図5を参照して説明したのと同様にしてイオン注入することにより、図9(d)に示すように、凹レンズ7を基板2内に形成する。本実施例では、サイドエッジ効果により凸状の $\text{SiO}_2$ 膜40aを形成しているが、 $\text{SiO}_2$ 層40内にあらかじめPをドーピングしておくことにより、 $\text{SiO}_2$ 層40をエッチングした後、900℃程度にリフロー（アニール）することにより、凸状の $\text{SiO}_2$ 膜40aを形成し、イオン注入してもよい。

【0026】図6は、図1に示すような光路変更手段としての凹レンズを基板上に形成する製造工程の例を示す断面図である。図6(a)を参照して、対極基板2上に高屈折材料からなる高屈折材料層20を形成する。この高屈折材料層20の上にレジスト膜21を形成し、フォトリソグラフィ法により、凹レンズを形成する部分のレジスト膜を除去する。このようにレジスト膜21をパターン化した後、高屈折材料層20が露出している部分をエッチングし、図6(a)に示すように、凹面20aを形成する。

【0027】次に、図6(b)を参照して、レジスト膜を取り除き、凹面20aを有した高屈折材料層20が形成される。高屈折材料層20には、凹面20aがブラックマトリクス部4の上方に形成されているので、図6(b)に示す状態のままでも光路変更手段として使用可能である。

【0028】図6(c)を参照して、本実施例では、さらに、凹面20aが形成されている以外部分の高屈折材料層20をフォトリソグラフィ法により除去し、凹レンズ5を形成している。ここでは、サイドエッチングを防止するため、異方性エッチングを採用し、凹レンズ5以外の部分を除去している。

【0029】図7は、図2に示すような光反射部材を形成する製造工程の一例を示す断面図である。図7(a)を参照して、図6に示す製造工程と同様に、対極基板2の上に高屈折材料層20を形成する。この高屈折材料層20の厚みは、例えばブラックマトリクス部4の幅tの数倍からその約半分程度までの厚みになるように形成する。高屈折材料層20の上に、レジスト膜21を形成する。次に、ブラックマトリクス部4をマスクとして背面露光によりレジスト膜21を露光する。これにより、図7(b)に示すように、ブラックマトリクス部4の上方部のみがレジスト膜21として残る。なお、背

面露光法を用いずに、他のマスク等によりレジスト膜21をパターンニングしてもよい。

【0030】次に、図7(c)に示すように、高屈折材料層20をレジスト膜21をマスクとしてエッチングする。この際、等方性エッチングを採用することにより、レジスト膜21の近傍がオーバーエッチングされる。このため、図7(c)に示されるような三角柱状の傾斜面を有した形状に形成される。これによって、光反射部材6が形成される。

10 【0031】図8は、本発明に従うさらに他の実施例の製造工程の一例を示す断面図である。図8(a)を参照して、対極基板2の上にレジスト膜を形成し、ブラックマトリクス部4の上方の部分除去し、開口部の上方にのみ残るようにレジスト膜31を形成する。

20 【0032】次に、レジスト膜31をマスクとして、エッチングし、図8(b)に示すように、対極基板2のブラックマトリクス部4の上方に断面が三角形である溝2aを形成する。この溝2aは、ブラックマトリクス部4に沿うようなライン状に形成される。この溝2aにより、あるいは、この溝2a内に低い屈折率を有する材料32を埋め込むことにより、光路変更手段が形成される。

30 【0033】図13は、図8(b)に示す実施例をさらに詳細に説明するための断面図である。図13を参照して、断面が三角形の、すなわちV字状の溝2aの幅Wを20μmとし、その傾斜角度 $\theta_1$ を45°とし、溝の深さhを10μmとしている。また、ブラックマトリクス部4の幅aを20μmとし、画素ピッチbを100μmとしている。このような寸法形状で、溝2a内には他の材料を埋め込まず空気（屈折率1.0）が存在する状態とし、対極基板2をガラス（屈折率1.5）から形成した場合、対極基板2の厚みdは570μm以下であることが好ましい。これは、 $\theta_2$ が28°となり、基板2の厚みdがこれ以上の厚みになると、隣のブラックマトリクス部4によって光路が遮蔽されるからである。

40 【0034】なお、上述のように、溝2a内には低い屈折率を有する材料を埋め込んでよい。このような材料としては、 $\text{MgF}_2$ （屈折率1.382）、 $\text{LiF}$ （屈折率1.35）などが挙げられる。 $\text{MgF}_2$ により溝2aを埋め込んだ場合、 $\theta_2$ は38.8°となり、ガラス基板2の厚みdは736μmの厚みまで厚くすることが可能になる。

50 【0035】図14は、本発明の液晶表示パネルの画素部分を示す平面図である。図14においては、画素の1つを拡大して示しており、画素の表示領域には画素電極60が形成されている。基板上にはゲートバスライン58と、これに直交するドレインバスライン59とがマトリクス状に配置されている。各画素の近傍には、これを駆動するためのTFT61が形成されており、ドレイン電極62でドレインバスライン59と電気的に接続さ



れている。またソース電極63で画素電極60と電氣的に接続されている。

【0036】図15及び図16は、図14に示すX-X'線及びY-Y'線に沿う断面図である。図15を参照して、基板51と基板52の間に液晶55が保持されており、対極基板としての基板52の内側にはブラックマトリックス部53が形成されている。このブラックマトリックス部53の上方の基板52の外側表面には、本発明における光路変更手段としてのV字状溝52aがブラックマトリックス部53に沿ってストライプ状の溝として形成されている。基板52の内側には基板52及びブラックマトリックス部53を覆うように対向電極54が設けられている。

【0037】基板51の上には、ゲート絶縁膜55、ゲートバスライン56、及び層間絶縁膜57が順次積層されている。図16を参照して、図16は図15に示す断面に直交する方向の断面図であるが、この断面においてもブラックマトリックス部53が形成されている。そして、このブラックマトリックス部53の上方には、同様に基板52の表面上にV字状の溝52aがブラックマトリックス部53に沿ってストライプ状に形成されている。従って、V字状の溝52aは、ガラス基板52上において互いに直交する方向に形成され、この結果、多数の溝が基板52上で格子状に形成されている。

【0038】基板51上にはドレイン領域58a、チャネル領域58b、及びソース領域58cを有するポリシリコンなどからなる活性層が形成され、これらの上にゲート絶縁膜55及びゲート電極56が形成されており、さらにその上に層間絶縁膜57及びドレインバスライン59が形成されている。ドレインバスライン59とドレイン領域58aとはドレイン電極62の部分で電氣的に接続されている。

【0039】以上のように構成される、TFTアクティブマトリックス型の液晶表示パネルにおいては、光路変更手段としての溝52aの存在により、従来ブラックマトリックス部53で遮蔽されていた光がその光路を変更して開口部から出射されるので、出射光量を従来よりも増加させることができる。

【0040】上記実施例では、TFTアクティブマトリ

\*ックス型の液晶表示パネルを例にして説明したが、本発明はその他の液晶表示パネルにも適用され得るものである。また、ブラックマトリックス部以外の不透過領域にも適用され得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う一実施例を示す断面図。

【図2】本発明に従う他の実施例を示す断面図。

【図3】本発明に従うさらに他の実施例を示す断面図。

【図4】本発明に従うさらに他の実施例を示す断面図。

10 【図5】図3に示す実施例を製造する工程の一例を示す断面図。

【図6】図1に示す実施例を製造する工程の一例を示す断面図。

【図7】図2に示す実施例を製造する工程の一例を示す断面図。

【図8】本発明に従うさらに他の実施例を示す断面図。

【図9】図3に示す実施例を製造する工程を他の例を示す断面図。

20 【図10】図1に示す実施例をさらに詳細に説明するための拡大断面図。

【図11】図2に示す実施例をさらに詳細に説明するための拡大断面図。

【図12】図4に示す実施例をさらに詳細に説明するための拡大断面図。

【図13】図8(b)に示す実施例をさらに詳細に説明するための拡大断面図。

【図14】本発明に従う液晶表示パネルの画素部を示す拡大平面図。

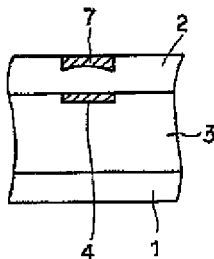
【図15】図14に示すX-X'線に沿う断面図。

30 【図16】図14に示すY-Y'線に沿う断面図。

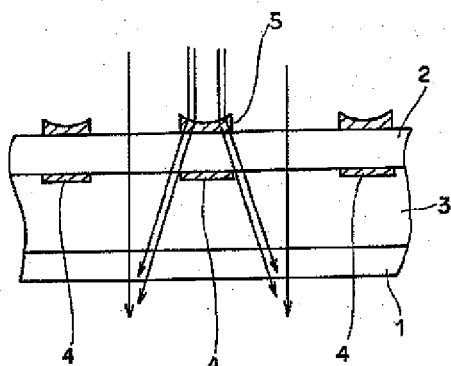
【符号の説明】

- 1…TFT基板
- 2…対極基板
- 3…液晶セル部
- 4…ブラックマトリックス部
- 5…凹レンズ
- 6…反射部材
- 7…凹レンズ
- 8…反射部材

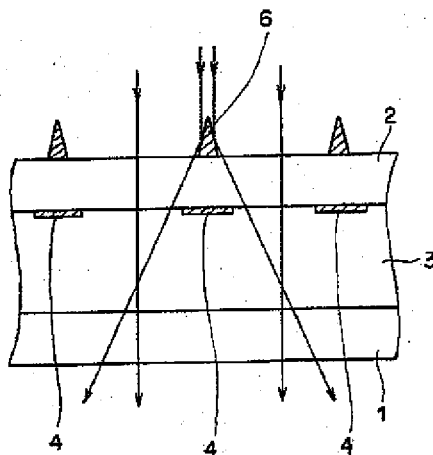
【図3】



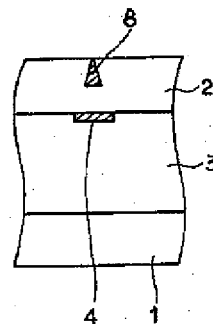
【図1】



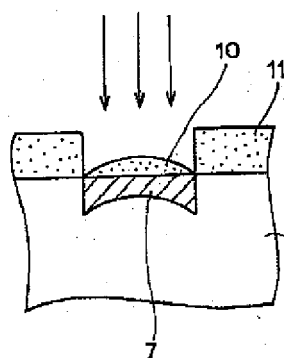
【図2】



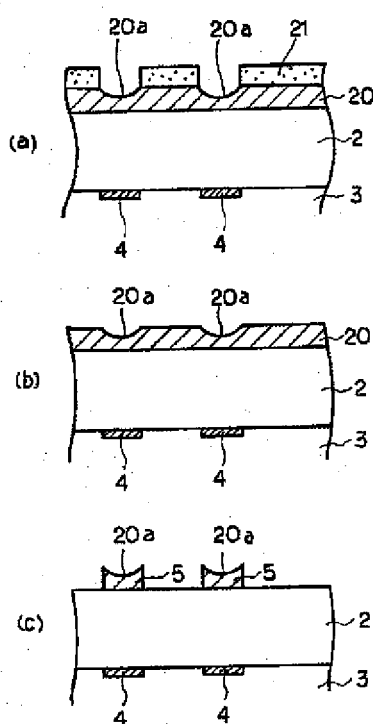
【図4】



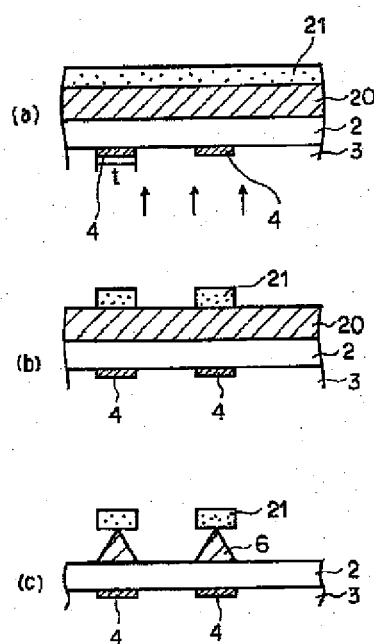
【図5】



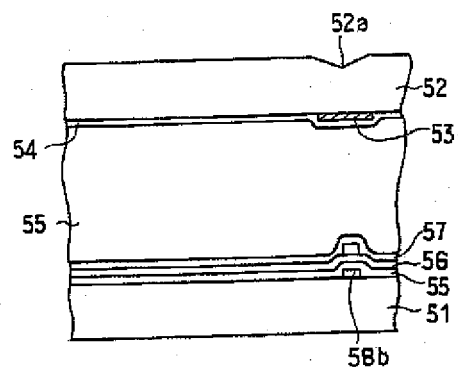
【図6】



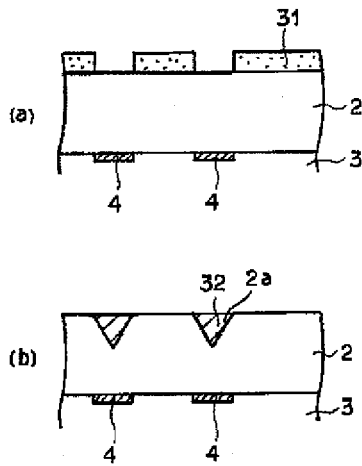
【図7】



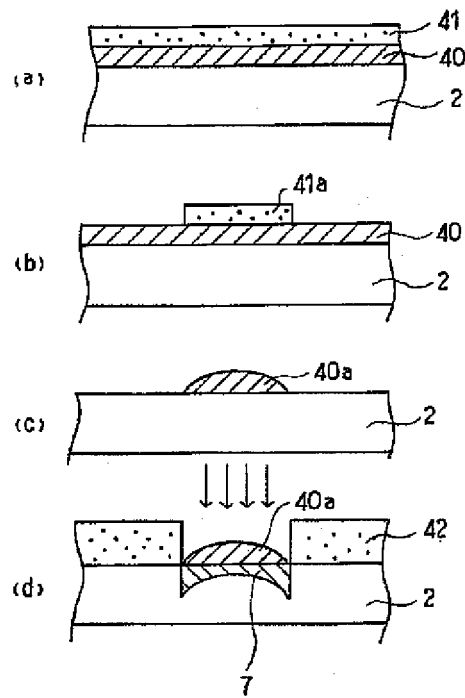
【図15】



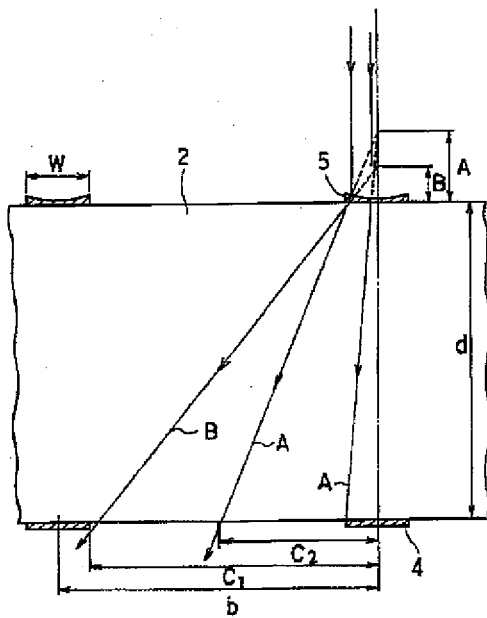
【図8】



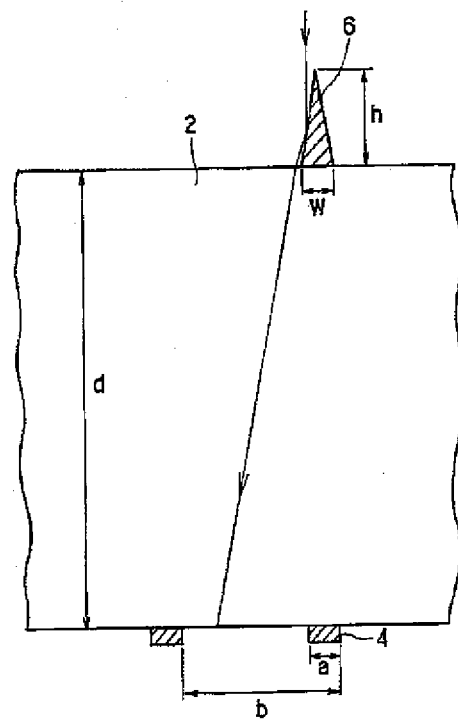
【図9】



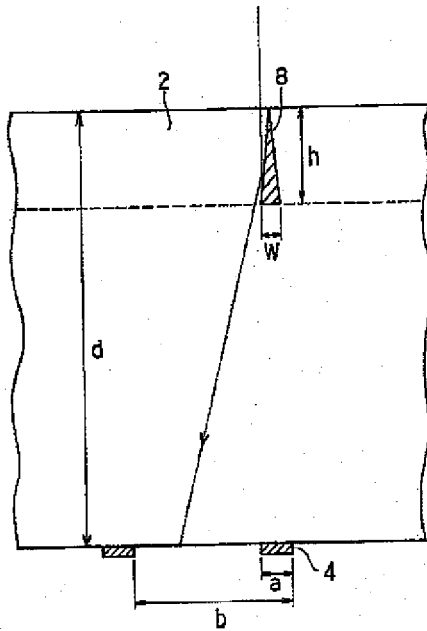
【図10】



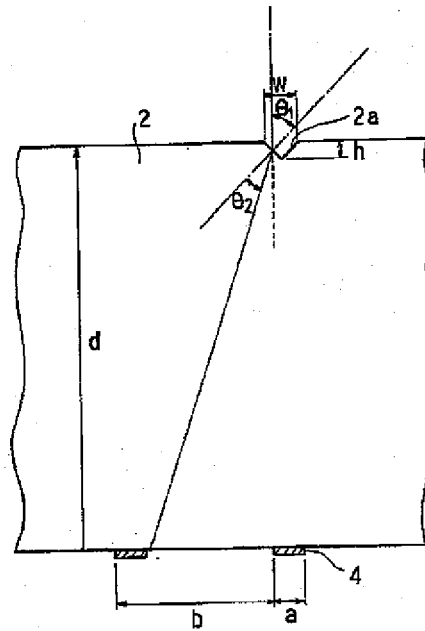
【図11】



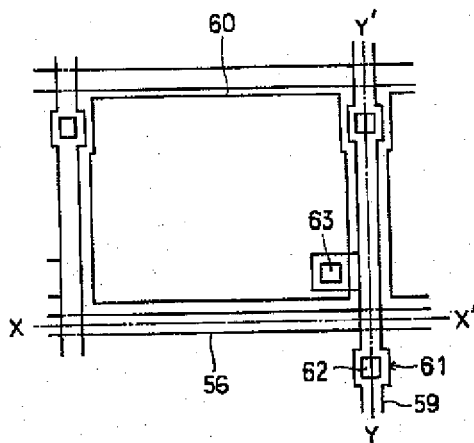
【図12】



【図13】



【図14】



【図16】

